PART6 電気力線とガウスの法則

目標　電気力線とガウスの法則を学びましょう。

Chapter1　電気力線とガウスの法則

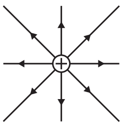
電気力線

電場の中で正電荷を放した時に，電場からの力によって電荷が動いてできる軌跡に，運動の方向に矢印をつけたものを**電気力線**という。

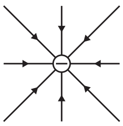
この電気力線は以下の性質をもつ。

①電気力線は正電荷から出て負電荷に入り，途中で枝分かれしたり交わったりはしない。
②近くに負電荷が不足している場合には，電気力線の一部は無限遠に向かい，逆に正電荷が不足している場合には，電気力線の一部は無限遠からやって来る。
③電気力線は電場（電界）の方向に沿って描かれ，電気力線の各点での接線の向きが電場の向きを表す。
④電場の向きに垂直な**単位面積を通過する電気力線の本数**で，電場の強さ E が表される。

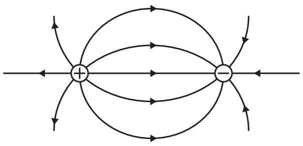
正電荷のまわりの電気力線



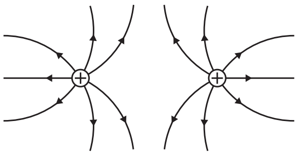
負電荷のまわりの電気力線



正･負電荷のまわりの電気力線(電気量の大きさは等しい)



正･正電荷のまわりの電気力線(電気量の大きさは等しい)



重要
電気力線は，**電場の様子を表す矢印**と思ってよいです。

重要
電気力線は，負の電荷へ入るか，無限遠へ伸びていきます。

重要
電場の強さは，電気力線の本数の密度を表します。

●ガウスの法則

　正電荷 Q から出ていく電気力線の本数 N は,

(N：電気力線の本数, k：クーロンの法則の比例定数 [$\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$], Q：電荷 [C])

　なお, 電荷が $-Q$ である負電荷には, 同じ本数 N の電気力線が入っていく。

まとめ

電気力線は電場の様子を表す矢印

ガウスの法則：$N = 4\pi kQ$

復習

クーロンの法則の比例定数（真空中）

$k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$

覚えておこう

正の電荷からは, 電気力線が**出てくる**。
負の電荷には, 電気力線が**入っていく**。

Chapter2　演習問題

真空中に正の電気量 Q をもつ点電荷が固定されている。
クーロンの法則の比例定数を k，円周率を π とする。

問 1　この電荷から出る電気力線の総本数を求めよ。

問 2　この電荷を中心とした，半径 r の球面を考える。この球面の面積を答えよ。

問 3　この球面を貫く，単位面積あたりの電気力線の数を求めよ。これが，電荷から r 離れた点での電場の強さを表す。

< Note >

第 11 講　PART6　確認問題

問 1　真空中に電気量 $Q(Q > 0)$ の点電荷を固定し，この点電荷を中心とする半径 r の球面を考える。なお，クーロンの法則の比例定数を k とする。

(1)　この球面上の点における電場の強さとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　$k\dfrac{Q}{r}$　　②　$k\dfrac{Q}{r^2}$

③　$k\dfrac{Q^2}{r}$　　④　$k\dfrac{Q^2}{r^2}$

(2)　この球面上の単位面積を貫く電気力線の本数として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　$k\dfrac{Q}{r}$　　②　$k\dfrac{Q}{r^2}$

③　$k\dfrac{Q^2}{r}$　　④　$k\dfrac{Q^2}{r^2}$

(3)　この球面全体を貫く電気力線の本数として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　$4\pi kQ$　　②　$4\pi krQ$

③　$4\pi krQ^2$　　④　$4\pi kQ^2$

(4)　点電荷から出ていく電気力線の本数として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　$4\pi kQ$　　②　$4\pi krQ$

③　$4\pi krQ^2$　　④　$4\pi kQ^2$

< Note >

第 11 講　電気

PART1　静電気

ア　導体

イ　絶縁体

ウ　電子

エ　異

オ　同

カ　静電誘導

PART2　クーロンの法則

問 1　$4.5\times10^{-11}\,\mathrm{N}$　x 軸の負方向

問 2　$4.5\times10^{-11}\,\mathrm{N}$　x 軸の正方向

PART3　電場

問 1　$k\dfrac{Q}{a^2}$　x 軸の負の向き

問 2　$k\dfrac{Q}{a^2}$　y 軸の正の向き

問 3　$\dfrac{\sqrt{2}kQ}{a^2}$

PART4　電位

問 1　0

問 2　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQ}{r}$

問 3　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

問 4　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

PART5　一様な電場

問 1　200 V/m

問 2　20 V

問 3　60 V

問 4　4.0×10^{-4} N

問 5　8.0×10^{-5} J

PART6　電気力線とガウスの法則

問 1　$4\pi kQ$ 本

問 2　$4\pi r^2$

問 3　$\dfrac{kQ}{r^2}$

PART7　物質内の電場

問 1　$\varepsilon_r \varepsilon_0 = 4.0\varepsilon_0$

問 2　2.5 V/m

PART8　コンデンサー

問 1　6.0×10^{-6} C

問 2　3.0×10^{-6} C

PART9　コンデンサーと誘電体

問 1　6.0μF

問 2　1.2×10^{-5} C

PART10　合成容量

問 1　1.2μF

問 2　5.0μF

PART11　コンデンサーの接続

9.0×10^{-6} C

PART12　静電エネルギー

問 1　9.0×10^{-6} J

問 2　9.0×10^{-6} J

第 11 講　PART6　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

電気量 Q の点電荷から r だけ離れた位置における電場の強さは

$$k\frac{Q}{r^2}$$

(2)　②

解説：

(電場の強さ) = (電場に垂直な単位面積を貫く電気力線の本数) であるから，球面上の単位面積を貫く電気力線の本数は，その球面における電場の強さに等しく，

$$k\frac{Q}{r^2}\ [\text{本/m}^2]$$

(3)　①

解説：

球面全体の面積は $4\pi r^2$ であるから，球面全体を貫く電気力線の本数は

$$4\pi r^2 \times k\frac{Q}{r^2} = 4\pi kQ[\text{本}]$$

(4)　①

解説：

点電荷から出ている電気力線のすべてが球面を貫くので，点電荷から出ていく電気力線の本数は球面全体を貫く電気力線の本数に等しく，

$$4\pi kQ[\text{本}]$$